



KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:B1

(11) Publication No.1002384220000 (44) Publication Date. 19991013

(21) Application No.1019970032813 (22) Application Date. 19970715

(51) IPC Code:

H01L 31/153

H01L 27/14

(71) Applicant:

KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE
KOREA TELECOM

(72) Inventor:

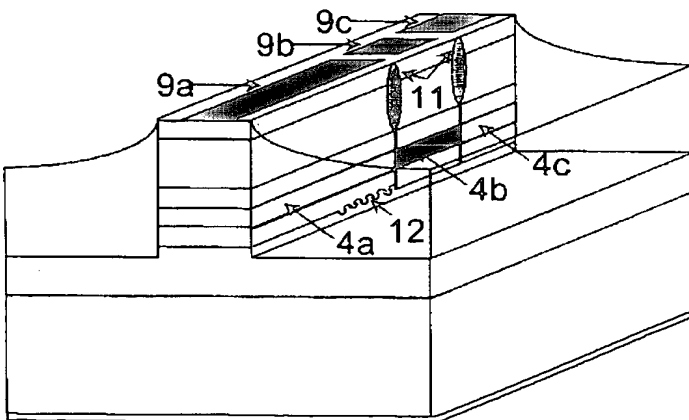
CHO, HO SEONG
JANG, DONG HUN
LEE, JUNG GI
PARK, CHEOL SUN
PARK, GYEONG HYEON

(30) Priority:

(54) Title of Invention

ONE CHIP OPTICAL DEVICE STRUCTURE HAVING COMPLEX FUNCTION

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: An one-chip optical device having a complex function is provided to make a diffraction grating in a part of radiant light area, so that radiant light area and convergent light area are optically divided each other. And the structure is provided to replace former optical device for radiant light, light output detection, convergent light with one complex function having optical device by inserting light output detection area between radiant light area and convergent light area.

CONSTITUTION: An active layer (4a,4b,4c) is separated to a, b, and c area so that bandgap

energy is small by stages to longitudinal direction of resonator. A p-electrode(a, b, c) has radiant light area, light output detection area, and convergent light area, when the separated active layers(4a,4b,4c) are isolated electrically. A diffraction grating (12) for reflecting optically divides a semiconductor laser(LD) and photo detection (PD) near the active layers(4a,4b,4c). An isolating area(11) electrically divides the radiant light area, light output detection area, and convergent light area separately to vertical direction near the active layers(4a,4b,4c).

COPYRIGHT 2001 KIPO

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.	(11) 공개번호	특1999-010151
H01L 31/153	(43) 공개일자	1999년02월05일
(21) 출원번호	특1997-032813	
(22) 출원일자	1997년07월15일	
(71) 출원인	한국전자통신연구원, 양승택	
	대한민국	
	305-350	
	대전광역시 유성구 가정동 161번지	
	한국전기통신공사, 이계철	
	대한민국	
	110-050	
	서울특별시 종로구 세종로 100번지	
(72) 발명자	박경현	
	대한민국	
	305-333	
	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 102-1503	
	이중기	
	대한민국	
	305-333	
	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 121-1506	
	조호성	
	대한민국	
	607-122	
	부산광역시 동래구 사직2동 로얄아파트 10-306	
	장동훈	
	대한민국	
	305-333	
	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 112-104	
	박철순	
	대한민국	
	305-345	
	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110-1604	
(74) 대리인	김영길	
	이화익	
	김영섭	
(77) 심사청구	있음	
(54) 출원명	복합 기능을 가지는 단일 칩 광소자 구조	

요약

본 발명은 단파장 발광, 장파장 수광 및 단파장 광출력의 감시 기능이 단일 칩(chip) 내에 복합된 다기능 광소자의 구조에 관한 것으로서, 반도체 레이저(LD)의 빛이 광검출기(PD) 영역으로 전파하는 것을 방지하기 위해 LD 공진기의 한쪽 거울면으로서의 효과를 가지는 회절격자를 LD 영역의 일부에 형성하고, 단파장 LD와 장파장 PD 사이에 LD의 광출력을 흡수하여 검출하면서 동시에 LD의 빛이 PD 쪽으로 전파하는 것을 차단하는 m-PD의 영역을 삽입한 것을 특징으로 하며, 복합 기능 광소자는 1.3 μ m 파장의 광 신호 송신, 1.55 μ m 파장의 광 신호 수신 및 1.3 μ m 파장의 광 신호 세기 검출 기능을 동시에 수행함으로써, 광소자 여러개를 사용할때의 광통신 단일기의 구성이 복잡해지고 가격이 높아지는 것을 해소하고, 광 가입자망에서 전화국의 단일기를 구성하는 개별 LD, PD 및 m-PD 광소자를 대체할 수 있는 효과를 가진다.

대표도

도2

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 기존의 광소자 구조도.

도 2는 본 발명이 적용되는 복합기능 광소자 구조도.

도 3a에서 3i는 본 발명에 따른 상세 실시 예시도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|----------------|--------------|
| 1 : 화합물 반도체 기판 | 2 : 아래쪽 클래드층 |
| 3 : 아래쪽 광도파로층 | 4 : 활성층 |
| 5 : 위쪽 광도파로층 | 6 : 위쪽 클래드층 |
| 7 : 금속 접촉층 | 8 : 절연층 |
| 9 : p-전극 | 10 : n-전극 |
| 11 : 절연 영역 | 12 : 회절 격자 |
| 13 : 에치 스탭 층 | 14 : 절연판 |
| 15 : 메사(Mesa) | |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 단파장 광송신, 장파장 광수신 기능을 동시에 가지는 단일 칩(chip) 광소자 구조에 관한 것이다.

종래의 광소자는 기능에 따라 발광, 수광 및 광출력 감시용으로 각각 개별 소자로 제작된다.

즉 주입된 전류로부터 빛을 발생시키는 활성층을 내장한 반도체 레이저(laser diode, 이하 LD라 칭함)가 발광 기능을 가지는 대표적인 광소자로, 빛을 받아서 전하를 생성하는 흡수층을 가지는 광검출기(photo diode, 이하 PD라 칭함)가 수광 기능을 가지는 대표적인 광소자로 제작되어 광통신 시스템을 구성하는 단위 소자로 사용되고 있다.

현재는 상기의 각 기능에 대응하는 광소자가 개별적으로 제작됨으로써 한가닥의 광섬유를 통한 한 방향으로의 정보 전송을 고려한 간단한 광통신 시스템을 구성하는 경우에도 광 신호 송신용 LD, 광 신호 수신용 PD 및 광원인 LD의 광 출력을 감시하기 위한 모니터 PD(m-PD)용으로 3개의 광소자가 소요될 뿐만 아니라 정보 전송을 양 방향으로 확장할 경우 각각 2 세트(set)의 6개 광소자가 소요됨으로써, 여러 개의 광소자를 사용함에 따른 시스템의 비용 상승 및 장치의 복잡화를 피할 수 없는 문제점이 따른다.

특히 최근에 들어서 많은 논의가 이루어지고 있는 광 가입자망은 가입자와 전화국 사이를 한 가닥의 광섬유로 연결한 후 정보 전송 방향에 따라 사용 광원의 파장을 다중화하는데, 예를 들어 전화국의 광 신호 파장은 $1.3\mu\text{m}$ 에 가입자의 광 신호 파장은 $1.55\mu\text{m}$ 에 할당하는 방안이 도입되고 있으나, 이 경우에서도 각 광 단말기는 개별 LD, PD 및 m-PD로 구성되므로 전체적인 소요 광소자의 개수가 동일하게 되어 광소자의 가격이 여전히 장래로 남게 된다.

도 1은 기존의 LD 기능의 광소자 구조도로서, 화합물 반도체 기판(1) 위에 아래쪽 클래드층인 결정성장 완충층(2), 아래쪽 광도파로층(3), 활성층(4), 위쪽 광도파로층(5), 클래드층(6) 및 금속 접촉층(7) 등을 성장한 후 화학 식각으로 LD의 길이 방향으로 균일한 폭의 메사(Mesa) 또는 리지(ridge)를 형성시킨 후 그 주위를 폴리마이드(polyimide) 또는 반절연(semi-insulating) 반도체 재료의 절연층(8)으로 매립한 형태를 가진다.

p-전극(9)은 메사 상부의 개구면 전면에 걸쳐서 형성되고, n-전극(10)은 기판 아래면에 형성된다.

p-전극에 양극, n-전극에 음극을 접속하여 순방향으로 전류를 주입하면, LD에서의 전류 주입 경로는 메사를 통해서 이루어지므로 메사 가운데 부분의 p-n 접합이 이루어지는 활성층 영역에서 전하 축적에 의해 전하가 빛으로 변환됨으로써 광 이득이 발생한다.

광 이득에 의해 생성된 빛은 활성층 수직방향으로는 각 층의 굴절률 차이, 즉 활성층-광도파로층-클래드층 순으로 굴절률이 작아짐에 의해서, 활성층 수평방향으로는 메사 부분과 그 외 절연층 부분의 굴절률 차이에 의해서 활성층을 중심으로 집중되면서, LD의 길이 방향으로 칩(chip)으로 분리할 때 형성되는 칩(chip)의 양쪽 거울면에서 빛의 일부가 반사하여 공진하는 동작 원리를 가진다.

여기서 주입된 전하로부터 빛을 발생시키는 활성층의 밴드 갭(band gap) 에너지는 활성층의 형태에 따라 벌크(bulk)형의 경우 화합물의 조성, 다중 양자 우물의 경우 우물층의 조성 및 두께, 응력 내재 다중 양자 우물형의 경우 우물층의 조성, 두께 및 응력량에 의해 결정되며, 광 이득이 발생하는 파장 대역은 이 밴드 갭 에너지에 의해 결정된다.

예를 들어 활성층의 밴드 갭 에너지를 0.95eV 로 주었을 때 이 활성층은 밴드 갭 에너지에 대응하는 $1.3\mu\text{m}$ 파장대에 집중적인 광 이득을 가지며, 이 파장대보다 짧은 파장, 즉 에너지가 큰 파장의 빛에 대해서는 흡수하거나, 에너지가 작은 긴 파장의 빛에 대해서는 흡수하지 않은, 즉 투명해지는 특성을 가진다.

여기서 상기 도 1의 LD 구조를 수광 기능을 가지는 PD 구조로도 활용이 가능하다.

즉 도 1의 활성층의 밴드 갭 에너지를 0.75eV 로 제작하고, LD에 역방향의 전원을, p-전극에 음극, n-전극에 양극을, 접속한 후, 활성층의 밴드 갭 에너지보다 큰, 파장으로 환산하여 $1.55\mu\text{m}$ 인, 0.85eV 의 빛을 활성층에 입사시키면 빛은 광 이득의 역과정을 거쳐 전하를 생성하게 되고, 생성된 전하가 역 바이어스에 의해 양 전극 쪽으로 추출되는데 이것이 입사하는 빛에 의한 광 전류이다.

그러나 기존의 광소자는 발광 또는 수광의 단일 기능을 가지는 개별 칩(chip)으로만 제작됨으로써, 한 번에 하나의 기능만을 수행할 뿐 동시에 여러 기능을 함께 수행하는 것이 불가능한 문제점을 가지고 있다.

또한 활성층의 밴드 갭 에너지만 서로 다를 뿐 구조적인 공통점을 가지는 것을 활용하여 기존의 LD와 PD를 하나의 광소자 공진기에 집적시킴으로써, 단파장 광송신, 장파장 광수신 기능을 동시에 수행하는 복합 기능 광소자를 구현하는 데에는 LD 영역에서 발생한 단파장(1.3 μm) 빛이 장파장(1.55 μm) 수광의 PD 영역에서 모두 흡수되어 LD 발진이 불가능하게 될 뿐만 아니라 PD가 포화되어 광수신 기능도 불능이 되는 근본적인 한계를 가지는 문제점이 따른다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기 문제점을 해결하기 위해 본 발명은, 발광 영역과 수광 영역이 서로 광학적으로 분리될 수 있도록 발광영역의 일부에 회절격자를 형성하고 발광, 수광 영역 사이에 광검출 영역을 삽입함으로써 해결한다.

즉 LD의 빛이 PD 영역으로 전파하는 것을 방지하기 위해 LD 공진기의 한쪽 거울면으로서의 효과를 가지는 회절격자를 LD 영역의 후반부에 형성하고, 단파장 LD와 장파장 PD 사이에 LD의 광출력을 흡수하여 검출하면서 동시에 LD의 빛이 PD 쪽으로 전파되는 것을 차단하는 m-PD 영역을 삽입한다.

이때 400~500 μm 길이의 공진기를 가지는 복합기능 광소자를 제작함에 있어서 공진기 길이 방향으로 각각 300 μm , 50 μm 및 100 μm 정도의 길이로 활성층 영역을 분할한 후 밴드 갭 에너지가 단계적으로 작아지도록 활성층을 결정 성장하여 각각 단파장 발광, 광출력 검출 및 장파장 수광의 기능을 갖도록 하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 단파장의 빛에 대한 발광 기능을 수행하는 활성층(4a)과, 상기 활성층에 인접하여 반도체 레이저(LD)와 광검출기(PD)를 광학적으로 분리하는 반사용 회절격자(12)와, LD와 PD 사이에 배치하여 PD 쪽으로 입사하는 장파장의 광신호는 흡수하지 않고 회절격자를 관통해 PD 쪽으로 전파하는 LD의 빛을 흡수하여 검출하는 기능을 수행함으로써 PD가 포화되는 것을 방지하는 광출력 검출 영역(4b)과, 일정 전자볼트의 밴드 갭을 가지고 복합 기능 광소자의 광 경로중 마지막 부분에 위치하며 광흡수를 위한 수광 길이를 가진 활성층(4c)과, 수직 방향으로 상기 활성층에 인접하게 화학 식각으로 형성하거나 이온을 주입함으로써 형성되어 상기 각 영역을 전기적으로 분할하는 절연 영역(11)과, 상기 발광 영역은 순방향 바이어스로, 광 검출 및 수광 영역은 역방향 바이어스가 인가되도록 양극과 음극에 접속된 p-전극으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명이 적용되는 복합기능 광소자 구조도로서 단파장 광신호 송신/광출력 검출 및 장파장 광신호 수신인 복합 기능 소자의 구조를 나타내었다.

이는 기존의 단일 밴드 갭 에너지를 가지는 활성층을 가지는 광소자에 비교해서 공진기 길이 방향으로 밴드 갭 에너지가 단계적으로 작아지는 활성층을 가지는 a, b, c의 영역으로 분할되고, 각 영역은 서로 전기적으로 절연된 후 개별 p-전극을 가짐으로써 독립적으로 발광, 광출력 검출, 수광의 기능을 가진다.

여기서 1.3 μm 파장의 빛에 대한 발광 기능을 수행하는 활성층(4a)은 1.3 μm 의 빛을 발생하고, 1.55 μm 의 빛을 흡수없이 투과시키기 위해 0.95eV의 밴드 갭을 가지며, 이 영역의 길이는 1.3 μm 파장의 빛에 충분한 광 이득을 주기 위해 300 μm 정도로 주어진다.

이때 300 μm 의 LD 영역중 광검출 영역에 인접한 150 μm 길이의 영역에 1.3 μm 의 단파장 반사용 회절격자(12)를 활성층에 인접하여 형성함으로써 LD의 발진이 앞쪽 거울면과 회절격자로 구성되는 공진기에서 일어나게 하여 LD, PD 영역을 서로 광학적으로 분리한다.

LD, PD 영역 사이에는 밴드 갭 에너지가 0.85eV로서 LD 보다는 작고, PD 보다는 큰 광 검출 영역(4b)을 50 μm 길이로 배치함으로써, PD 쪽으로 입사하는 1.55 μm 장파장의 광신호는 흡수하지 않으면서 회절격자를 일부 관통하여 PD 쪽으로 전파하는 LD의 빛을 흡수하여 검출하는 기능을 수행함으로써, PD가 포화되는 것을 방지한다.

1.55 μm 의 빛에 대한 수광 기능을 가지는 활성층(4c)은 0.75eV의 밴드 갭을 가지고 복합 기능 광소자의 광 경로중 마지막 부분에 위치하며, 충분한 광흡수를 위해 100 μm 정도의 길이를 가진다.

상기 도 2의 광소자가 3가지 기능을 독립적으로 수행하기 위해서는 전기적으로 3 영역이 서로 분할되어야 하는데, 이것은 각 영역 사이에 절연 영역(11)을 삽입함으로써 수행된다.

절연 영역(11)은 수직 방향으로 활성층에 인접하게 화학 식각으로 채널을 형성하거나, 이온을 주입함으로써 형성된다.

제작이 완료된 복합 기능 광소자는 공통의 n-전극(10)과 영역별로 독립적인 p-전극(9a, 9b, 9c)을 가지며, 광소자 동작시에는 n-전극을 접지에 연결하고, 9b, 9c 전극에 음극을, 9a 전극에 양극을 접속하여 발광 영역은 순방향 바이어스로, 광 검출 및 수광 영역은 역방향 바이어스가 인가되도록 한다.

도 3a에서 3i는 본 발명에 따른 상세 실시 예시도로서, 복합 기능 광소자의 세부 제조를 나타내었다.

InP 기판(1)에 InGaAs 에치 스탬프(13), InP 버퍼층(2)을 도 3a와 같이 결정성장을 한다.

다음 도 3b의 평면도와 같이 발광 영역과 광검출 영역의 경계 부분에 150 μm 길이의 회절격자(12)를 사진전사/화학식각으로 형성한다.

이때 회절격자의 주기는 LD의 발진 파장에 일치하는 빛(1.3 μm)에 대해 최대 회절반사가 일어나도록 조정된다.

조정 후 도 3c의 평면도와 같이 광검출 영역에 절연판(14)을 형성시킨 후 InGaAsP 광도파로층(3), InGaAs/InGaAsP 양자 우물 구조 활성층(4), InGaAsP 광도파로층(5) 전부와 InP 클래드층(6)의 일부를 순서대로 결정 성장을 하여 도 3d를 얻는다.

여기서 절연판(14)의 형상을 조정함으로써 선택 영역 결정 성장(selective area growth, 이하 SAG라 칭함)의 원리에 의해 양자 우물 구조를 가지는 4a 및 4b 활성층의 밴드 갭 에너지로서 각각 0.95eV 및 0.85eV를 얻는다.

SAG의 원리는 절연층이 없는 평면(4a) 영역상에 성장된 양자 우물의 두께보다 절연층 사이(4b)의 양자 우물의 두께가 두껍게 성장됨으로써 활성층의 밴드 갭이 낮아지는 것이다.

수광 기능 영역(4c)은 InGaAs 에치 스톱층(13)을 이용하여 도 3e와 같이 결정 성장층들을 화학 식각으로 제거한 후 공간 분할 결정 성장(butt growth)으로 도 3f와 같이 결정 성장을 한다.

여기서 수광 기능 영역의 활성층(4c)에 입사하는 $1.55\mu\text{m}$ 파장의 빛을 많이 흡수할 수 있도록 전체 활성층의 두께가 $0.1\mu\text{m}$ 정도인 4a, 4b 영역과는 달리 $0.2\mu\text{m}$ 정도로 두껍게 성장되며, 입사광의 편광에 무관하게 광전류를 생성할 수 있도록 벌크(bulk)형으로 성장된다.

아울러 이 영역에서는 입사광을 가능한 많이 광 흡수가 일어나는 4c에 집속시키기 위해 아래쪽, 위쪽 광도파로층도 두껍게 성장된다.

상기 3 영역에 대한 결정 성장이 완료된 후 나머지 InP 클래드층(6)과 InGaAs 금속 접촉층(7)을 도 3g와 같이 결정 성장한다.

도 3h의 평면도와 같이 공진기의 단면 구조를 형성하기 위해 메사(mesa)(15)를 제외한 부분을 에칭으로 제거한 후 그 부분을 폴리마이드(polyimide) 또는 반절연 InP로 채운다.

이때 공진기의 횡 방향의 모양으로 LD 영역은 쌍기형으로 광검출 영역과 수광 영역은 직선형으로 한다.

쌍기형 LD 공진기는 LD의 광출력이 전면 거울면으로 집중되게 하여 광검출 영역으로 전파하여 흡수되는 광손실을 줄임과 동시에 회절격자의 반사 파장 대역을 넓혀 LD 발진을 안정화시키는 효과를 가진다.

또한 쌍기형 LD 공진기는 출력면에서의 광출력 분포 단면적을 확대하여 부착 광성유와의 광결합 효율을 높이는 효과도 가진다.

직선형 공진기는 수광 영역 부분의 두꺼운 활성층(4c)과 더불어 공진기 내부의 광 가동을 높여서 광신호 수신 강도를 향상시키는 효과를 가진다.

마지막으로 도 3i와 같이 채널(trench) 식각 또는 이온 주입으로 절연 영역(11)을 형성하고, 공통의 n-전극과 3 영역으로 분리된 p-전극을 형성하는 것으로 복합 기능 광소자 제조 공정이 끝난다.

제조가 완료된 복합 기능 광소자는 발광 영역 쪽에 광성유가 부착되는 모듈로 패키징되어 단파장의 광신호를 광성유를 통해 송신하고, 광성유를 통해 들어오는 장파장의 광신호를 수신하는 형식으로 사용되며, 단파장 광신호 출력을 감시하는 기능을 동시에 가진다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은, 단일 광소자 칩(chip) 내에 발광, 광출력 검출 및 수광 기능을 집적함으로써, 광 가입자의 단말기를 구성하는 3개의 개별 발광, 광출력 검출 및 수광용 광소자를 하나의 복합 기능 광소자로 대체할 수 있어서 단말기의 구성을 간단하게 할 수 있으며, 그에 따라 단말기의 가격도 낮출 수 있는 효과를 가진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

단일 광소자를 구성하는 밴드 갭 에너지가 서로 다른 활성층을 직렬로 배열하여 단파장 발광, 발광 출력 검출 및 장파장 수광 기능을 동시에 가지는 복합 기능 광소자에 있어서,

단파장의 빛에 대한 발광 기능을 수행하는 활성층과;

상기 활성층에 인접하여 반도체 레이저(LD)와 광검출기(PD)를 광학적으로 분리하는 반사용 회절격자와;

LD와 PD 사이에 위치하여 PD 쪽으로 입사하는 장파장의 광신호는 흡수하지 않고 회절격자를 관통해 PD 쪽으로 전파하는 LD의 빛을 흡수하여 검출하는 기능을 수행함으로써 PD가 포화되는 것을 방지하는 광출력 검출 영역과;

일정 전자볼트의 밴드 갭을 가지고 복합 기능 광소자의 광 경로중 마지막 부분에 위치하며 광흡수를 위한 수광 길이를 가진 활성층과;

수직 방향으로 상기 활성층에 인접하게 화학 식각으로 형성하거나 이온을 주입함으로 형성되어 상기 각 영역을 전기적으로 분할하는 절연 영역과;

발광 영역은 순방향 바이어스가, 광 검출 및 수광 영역은 역방향 바이어스가 인가되도록 양극과 음극에 접속된 p-전극으로 이루어진 것을 특징으로 하는 복합 기능을 가지는 단일 칩(chip) 광소자 구조.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 발광 영역, 광출력 검출 영역, 수광 영역의 활성층 순으로 밴드 갭 에너지가 작아지는 것을 특징으로 하는 복합 기능을 가지는 단일 칩(chip) 광소자 구조.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 광출력 검출 영역에 인접한 발광 영역의 일부분에 발광 영역의 발진 파장에 대한 반사 특성을 갖는 회절격자를 활성층에 인접하게 형성하고,

레이저의 한 쪽 거울면의 효과를 갖도록 수광 영역과 광학적으로 분리하는 것을 특징으로 하는 복합 기능을 가지는 단일 칩(chip) 광소자 구조.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

발광영역 공진기의 평면 형태를 전면 거울면으로 갈수록 폭이 좁아지는 쐐기형으로 하여, 발광영역의 광출력이 전면 거울면으로 집중되도록 하고,

거울면에서의 광출력 분포 단면적을 확대하여 광성유와의 광결합 효율을 높이는 것을 특징으로 하는 복합 기능을 가지는 단일 칩(chip) 광소자 구조.

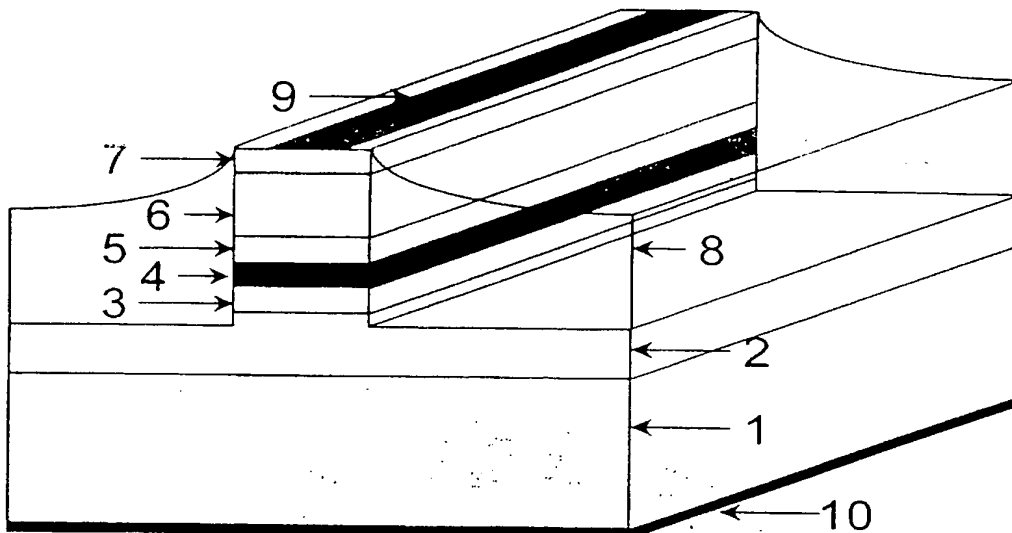
청구항 5.

제 1 항에 있어서,

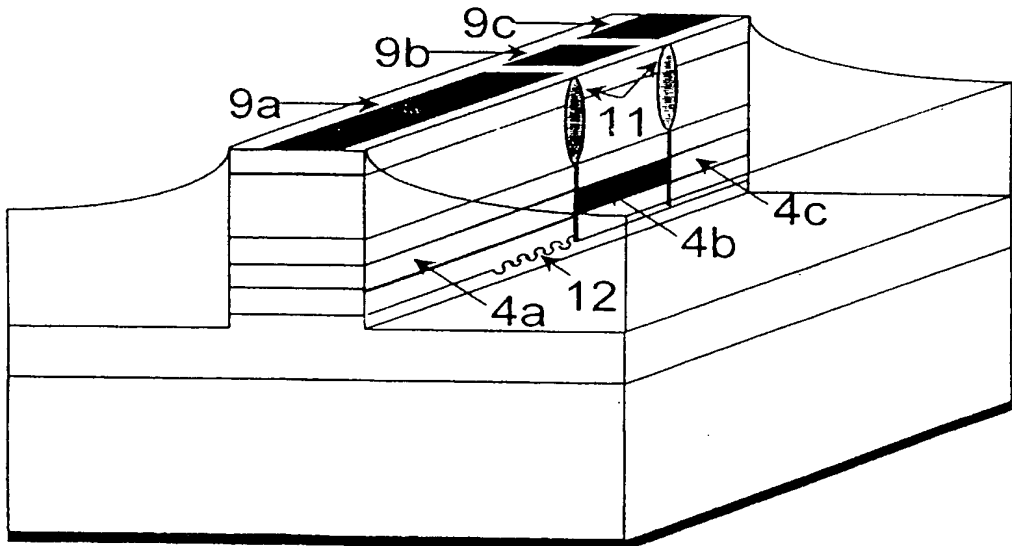
수광영역의 활성층 및 광도파로층의 단면적을 확대하여 수광 효율을 높이는 것을 특징으로 하는 복합 기능을 가지는 단일 칩(chip) 광소자 구조.

도면

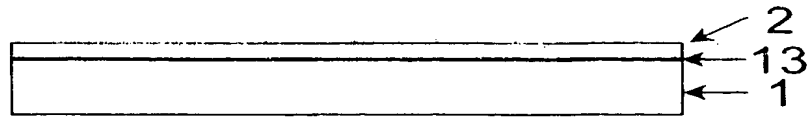
도면 1



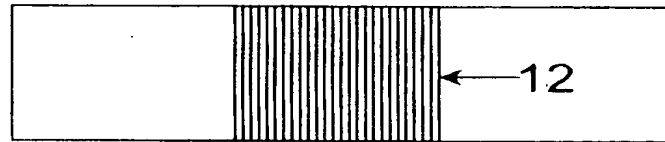
도면 2



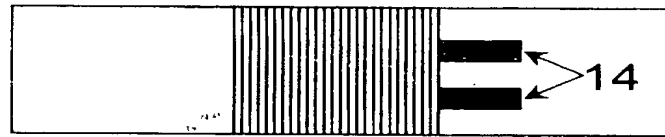
도면 3a



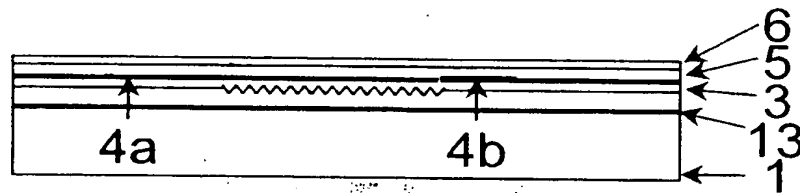
도면 3b



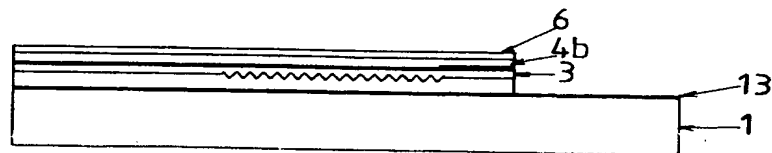
도면 3c



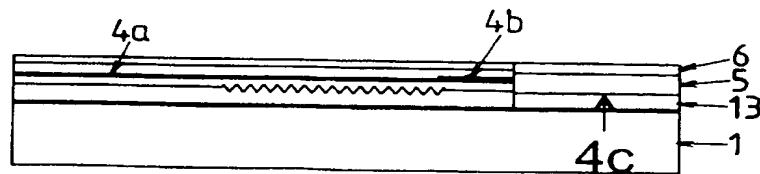
도면 3d



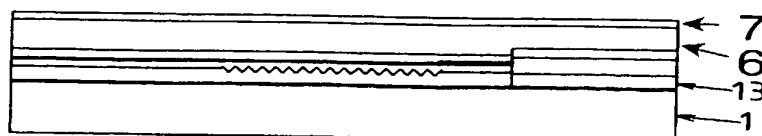
도면 3e



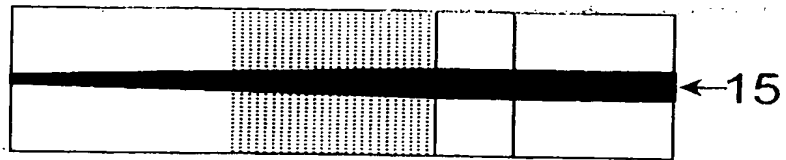
도면 3f



도면 3g



도면 3h



도면 3i

